

Roope Paju

Kerrostalon sähkösuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

19.3.2018

Tekijä Otsikko	Roope Paju Kerrostalon sähkösuunnittelu
Sivumäärä Aika	39 sivua + 48 liitettä 19.3.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Opettaja Vesa Sippola Osastopäällikkö, Tomi Repo
<p>Opinnäytetyö käsittelee kerrostalokohteen toteutussuunnittelua sähkösuunnittelun osalta. Työn tarkoituksena oli selvittää ja perehtyä tarkasti sähkösuunnittelun eri vaiheisiin koko toteutussuunnittelun ajalta, sekä perehtyä sähkötekniikkaan asetettuja lainsäädäntöjä. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Sitowise Oy.</p> <p>Kerrostalokohteen suunnittelu aloitettiin syksyllä 2017, ja kohteen urakkalaskentamateriaali valmistui vuoden 2017 lopulla. Tavoitteena oli suunnitella toimiva ja käyttäjäystävällinen kerrostalokokonaisuus, joka hyödyntää nykyaikaisia sähkötekniisjärjestelmiä. Suunnittelussa noudatettiin ensisijaisesti tilaajan antamia ohjeita ja standardeissa määriteltäviä ohjeita.</p> <p>Projektin suunnittelu sujui hyvin ja lopputuloksena oli toimiva kokonaisuus. Projektin sähkösuunnitteluun asetetuissa aikatauluissa pysyttiin koko projektin ajan.</p> <p>Työn suunnitteluun ja dokumentointiin käytettiin MagiCad-ohjelmistoa, jonka apuna valaistuslaskennassa DiaLux evo-ohjelmaa. Laskennoissa hyödynnettiin Excel-pojaisia laskentataulukkoja, standardien määrittelemiä laskentakaavoja, sekä MagiCad-ohjelmiston omia laskentatyökaluja.</p>	
Avainsanat	sähkösuunnittelu, toteutussuunnittelu

Author Title	Roope Paju Electrical project plan of the apartment house.
Number of Pages Date	39 pages + 48 appendices 19 March 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	electrical- and automation engineering
Professional Major	electrical engineering
Instructors	Tomi Repo, Department head Vesa Sippola, Lecturer
<p>This thesis aims at describing the implementation planning of an apartment building on behalf of electrical engineering. The aim of the thesis was to investigate and study carefully the various phases of electrical design throughout the whole implementation planning period and to get familiar with the legislation in electrical engineering. The thesis is commissioned by Sitowise Oy.</p> <p>The planning of the apartment building was started in fall 2017, and the object groove calculation material was completed at the end of 2017. The aim was to design a functional and user-friendly apartment building that utilizes modern electrotechnical systems.</p> <p>Project design was carried out well and the resulted to a functional entity. The project's e-planning schedules were maintained throughout the project.</p> <p>The MagiCad software was used for designing and documenting the work, with the help of lighting power calculator DiaLux evo. The calculations used Excel-bundled computation tables, standard-defined calculation formulas, and MagiCad's own computing tools.</p>	
Keywords	electrical blueprint, project plan

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Kohteen suunnittelu	4
3	Dokumentointi ja asiakirjat	5
4	Mitoitukset	6
4.1	Liittymisjohdon valinta	6
4.2	Pääkeskus	7
4.3	Kiinteistökeskukset	8
4.4	Monimittarikeskukset	9
4.5	Asuntojen ryhmäkeskukset	10
5	Valaistuksen suunnittelu	11
5.1	Asunnot	11
5.2	Yleiset tilat	13
5.3	Julkisivu ja ulkoalueet	13
5.4	Hätäpoistumistie- ja turvavalaistus	14
6	Tasopiirustuksien suunnittelu	16
6.1	Asunnot	16
6.1.1	Pisteytys	16
6.1.2	Johdotus ja ryhmittely	18
6.1.3	Eteinen	19
6.1.4	WC-, kylpyhuone- ja saunatilat	21
6.1.5	Keittiö	24
6.1.6	Olohuone	25
6.1.7	Makuuhuoneet	26
6.1.8	Parvekkeet	27
6.2	Yleiset tilat	28
6.2.1	Porrashuoneet ja portaikko	28
6.2.2	Varastot ja kuivaustilat	29
6.2.3	Talosauna	30
6.2.4	Tekniset tilat	31
6.2.5	Väestönsuoja	34

	2
7 Järjestelmäkaaviot	35
8 Antenni- ja määrälaskennat	38
8.1 Antennilaskelmat	38
8.2 Määrälaskennat	38
9 Yhteenveto	39
Lähteet	40
Liitteet (vain työn tilaajan käyttöön)	41

1 Johdanto

Tämä insinöörityö käsittelee kerrostalon sähkösuunnittelua ja siihen liittyviä suunnitteluratkaisuja.

Insinöörityössä tarkastelun kohteena on viisikerroksinen ja neljästä rapusta koostuvaa 94 asuinhuoneiston kerrostalokokonaisuus. Sähkösuunnittelun osuus tämän kohteen suunnittelussa on sähköenergian jakelun-, sähkötekniisten tietojärjestelmien- ja käyttöjärjestelmien suunnittelu.

Tämä insinöörityö on tehty osaksi Helsinkiin rakennettavaa kerrostalo aluetta. Työ on aloitettu projektisuunnitelmia ja konsultointi palveluita tarjoavassa Wise Group Finland Oy:n alaisuudessa, mutta yritys fuusioitui Sito Oy:n kanssa, joten tämä insinöörityö valmistuu Sitowise nimisen yrityksen alaisuudessa. Insinöörityö on toteutettu harjoittelujakson aikana.

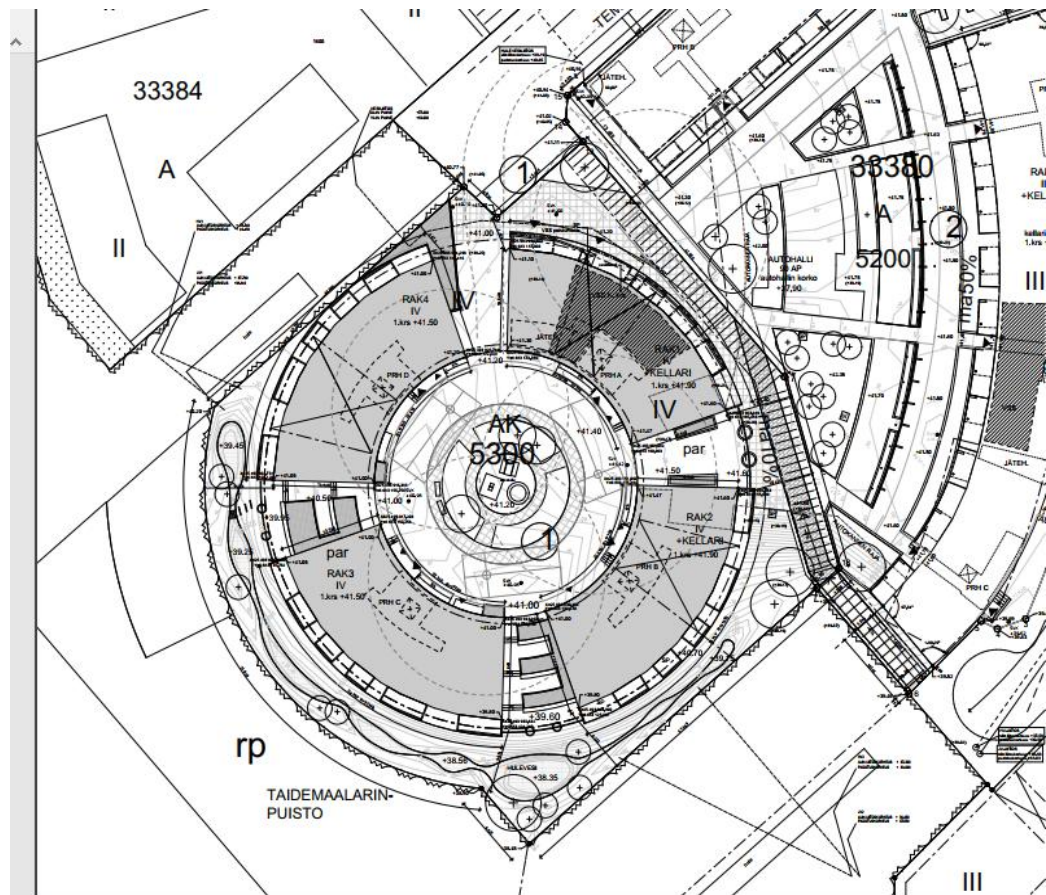
Sitowise on 1200 hengen asiantuntijayritys, joka tarjoaa kaikki rakennetun ympäristön suunnittelu-, asiantuntija- ja digitaaliset palvelut. Sitowise toimii viidessä eri maassa ja Suomessa yrityksellä on toimintaa 18 paikkakunnalla. Sitowise on suurin suomalaisomisteinen rakennusalan suunnittelu- ja konsultointitoimisto, kaupunkiseutujen monialahankkeiden johtava osaaaja sekä tiedolla johtamisen ja tietomallintamisen edelläkävijä. Sitowise syntyi, kun infra- ja talonrakentamisen asiantuntijat Sito Oy ja Wise Group Finland Oy yhdistyivät vuonna 2017. Sen katon alla on kuitenkin kokemusta ja osaamista suomalaisesta rakentamisesta pitkälti yli 40 vuoden ajalta. /1./

Tämän insinöörityön tarkoituksena on sisäistää kerrostalon sähkösuunnittelun eri vaiheita ja yksittäisien tilojen kannalta tärkeitä sähkösuunnittelun ratkaisuja. Suunnittelun osalta perehdytään standardeihin ja viranomaisohjeisiin.

Työn dokumentoinnissa käytetään AutoCad pohjaisia ohjelmia, sekä tekstinkäsittelyssä Excel/Word-ohjelmistoja. Laskelmat toteutettiin suunnittelu- ja Excel-ohjelmilla.

2 Kohteen suunnittelu

Insinööriyön kohteessa käsitellään Helsinkiin rakennettavaa viisikerroksista neljän rappun kerrostaloa. Suunnittelua koskeva kerrosala on 5300 m², johon sisältyy 94 asuinhuoneistoa, joista 39 on varustettu omalla saunalla. Rakennuksista löytyy yleisiä tiloja kuten varastot, kerhohuone, talosauna, kuivaustila ja väestönsuoja. Kuvassa 1 esitetty kohteesta suunniteltu asemapiirustus.



Kuva 1. Asemapiirustus suunniteltavasta kohteesta

Toteutussuunnittelu on yleissuunnitelma, joka koostuu tuote- ja järjestelmäsuunnittelusta. Tuotesuunnittelussa voidaan laskea tarkasti kohteen hankintojen kokonaiskustannuksien määrä kuten rakennustarvikkeiden määrät ja asennuskustannuksien suuruus. Koska kyseessä on uudisrakennus, suunnitellaan ensin rakennuksen kiinteät osat ja

muuntuvien tilojen yleissuunnittelu. Kiinteistön muuntuvissa osissa suunnittelun lopulliset ratkaisut toteutetaan myöhemmässä vaiheessa, kun tiloille on löydetty lopullinen käyttötarkoitus. /2./

3 Dokumentointi ja asiakirjat

Sähkösuunnittelussa piirustuksien dokumentointi koostuu keskuskaavioista, asema- ja vahvavirtapiirustuksista sekä useista järjestelmäkaavioista. Suunnittelun asiakirjat koostuvat erilaisista määrälaskelmista, luetteloista sekä muista suunnittelussa käytetyistä laitteista ja järjestelmistä.

Dokumenttien hallinnassa käytetään asiakirjaluetteloa, josta selviää kohteen tiedot, jokaisen piirustuksen sisältöä vastaava piirustusnumero ja piirustuksen julkaisupäivämäärät, lisäksi asiakirjaluettelossa esitetään jo julkaistuihin asiakirjoihin tehdyt muutokset. Asiakirjaluetteloa voidaan hyödyntää suunnittelun aikana päivittämällä eri suunnittelutiedostojen valmiusaste, joka helpottaa suunnittelun aikataulussa pysymistä.

Tämän kohteen alkuvaiheessa on laadittu Excel-pohjainen suunnittelussa käytettävä asiakirjaluettelo (kuvassa 2), johon on täydennetty asiakirjojen tietoja ja etenemisvaiheita projektin edetessä.

Suunnitelma	Piirustusnumero	Sisältö	Mittakaava	Päivitykset			Suunnittelutiedosto (dwg, xls, docs)	Tulostustiedosto (pdf, plt)	Huomautukset	Valmiusaste
				Julkaistu	Muutos	Rev.				
								100		21 %
SÄH A0-1		Asiakirjaluettelo		xx.yy.2015			0447_A0-1	0447_A0-1		85 %
SÄH A0-2		Sähkötöselostus		xx.yy.2015			0447_A0-2	0447_A0-2		50 %
SÄH A0-2 D-liite		toteutusohjeet		xx.yy.2015			0447_A0-2 D-liite	0447_A0-2 D-liite		100 %
SÄH A0-3		Valaisinluettelo		xx.yy.2015			0447_A0-3	0447_A0-3		0 %
SÄH A0-4		Huipputeholaskelma		xx.yy.2015			0447_A0-4	0447_A0-4		0 %
SÄH A0-5		Jänniteenalenemalaskelma		xx.yy.2015			0447_A0-5	0447_A0-5		0 %
SÄH A0-6		Oikosulkulaskelma		xx.yy.2015			0447_A0-6	0447_A0-6		0 %
SÄH A0-7				xx.yy.2015			0447_A0-7	0447_A0-7		0 %
SÄH A0-8		ohjaukset		xx.yy.2015			0447_A0-8	0447_A0-8		0 %
SÄH A0-9				xx.yy.2015			0447_A0-9	0447_A0-9		0 %
SÄH A0-10		Tasopiirustusmerkinnät ja selosteet		xx.yy.2015			0447_A0-10	0447_A0-10		0 %
Sähköenergian pääjakelu								300		0 %
SÄH S2222-01		Pääkeskus PK-1		xx.yy.2015			0447_S2222-01	0447_S2222-01		0 %
SÄH S2223-01		Maadoituskaavio		xx.yy.2015			0447_S2223-01	0447_S2223-01		0 %
SÄH S2227-01		Nousujohtokaavio		xx.yy.2015			0447_S2227-01	0447_S2227-01		0 %
SÄH S2228-1		Ryhmäkeskus LJH		xx.yy.2015			0447_S2228-1	0447_S2228-1		0 %
SÄH S2228-2		Ryhmäkeskus VSS1		xx.yy.2015			0447_S2228-2	0447_S2228-2		0 %
SÄH S2228-3		Ryhmäkeskus VSS2		xx.yy.2015			0447_S2228-3	0447_S2228-3		0 %
SÄH S2228-4		Ryhmäkeskus VSS3		xx.yy.2015			0447_S2228-4	0447_S2228-4		0 %
SÄH S2228-5		Ryhmäkeskus RK101		xx.yy.2015			0447_S2228-5	0447_S2228-5		0 %
SÄH S2228-6		Ryhmäkeskus RK102		xx.yy.2015			0447_S2228-6	0447_S2228-6		0 %
SÄH S2228-7		Ryhmäkeskus RK103		xx.yy.2015			0447_S2228-7	0447_S2228-7		0 %
SÄH S2228-8		Ryhmäkeskus RK104		xx.yy.2015			0447_S2228-8	0447_S2228-8		0 %
SÄH S2228-9		Ryhmäkeskus RK201		xx.yy.2015			0447_S2228-9	0447_S2228-9		0 %
SÄH S2228-10		Ryhmäkeskus RK202		xx.yy.2015			0447_S2228-10	0447_S2228-10		0 %
SÄH S2228-11		Ryhmäkeskus RK203		xx.yy.2015			0447_S2228-11	0447_S2228-11		0 %
SÄH S2228-12		Ryhmäkeskus RK301		xx.yy.2015			0447_S2228-12	0447_S2228-12		0 %
SÄH S2228-13		Ryhmäkeskus RK302		xx.yy.2015			0447_S2228-13	0447_S2228-13		0 %
SÄH S2228-14		Ryhmäkeskus RKIV3		xx.yy.2015			0447_S2228-14	0447_S2228-14		0 %

Kuva 2. Kuva asiakirjaluettelosta suunnittelun alkuvaiheessa

4 Mitoitukset

4.1 Liittymisjohdon valinta

Jokainen sähköä kuluttava rakennus liitetään liittymisjohdolla sähkönjakeluverkkoon läheiseltä verkkoyhtiön muuntajalta. Liittymisjohto mitoitukseen vaikuttaa kiinteistön vaatima sähköteho, joka määrittelee liittymisjohdolta vaaditun virran kestoisuuden. Liittymisjohdon mitoituksessa pyritään arvioimaan huippukuormituksen kestoisuus ja mahdolliset vikatilanteet eli oikosulku.

Projektissa käytettiin Helenin laatimia suositustaulukkoja (taulukko 1), joista selviää, että kaapelin oikosulkukestoisuus oikosulkusuojausajan laukaisu-aikaan on riittävä. Tämän kohteen liittäminen sähkönjakeluverkkoon tapahtui kahdella 4xAXMK 185 S kaapelilla.

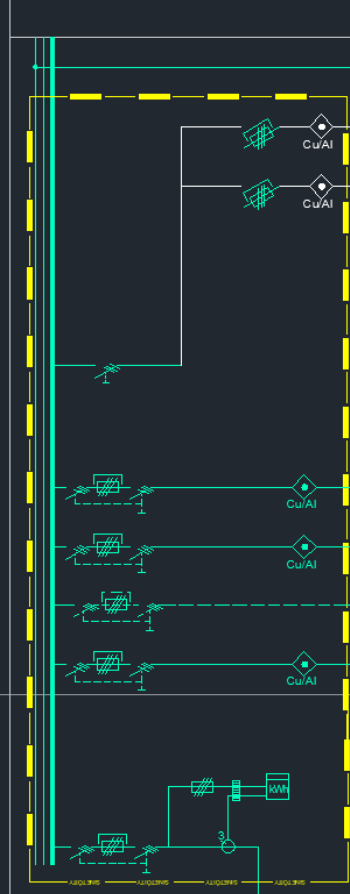
Taulukko 1. Suunnittelun apuna käytetty HELEN:in laatima ohjeistus

Liittymän tekniset tiedot

Pääsulake (A)	Nimellinen siirtokyky (kVA)	Liittymisjohto- laji/-koko AXMK/mm ²	Varokealusta/ kotelon as.tila/ uikop. as.tila*)
1 x 16	3,6	4 x 16 S **)	Tulppa (00) / 100 / 700
3 x 25	17		
3 x 35	24	4 x 35 S	
3 x 50	34	4 x 35 S	
3 x 63	43	4 x 35 S	(00) / 200 / 700
3 x 80	55		
3 x 100	69	4 x 70 S	
3 x 125	86	4 x 70 S	
3 x 160	110		2 (1) / 300 / 900 (700)
3 x 200	138	4 x 185 S	
2(3 x 125)	173		
2(3 x 160)	220		
2(3 x 200)	276	2(4 x 185 S)	
3(3 x 160)	330		
3(3 x 200)	414	3(4 x 185 S)	
4(3 x 200)	552	4(4 x 185 S)	
5(3 x 200)	690	5(4 x 185 S)	

4.2 Pääkeskus

Pääkeskus mitoitetaan liittymisjohdon mukaisesti kohteen huipputehon arvioinnin perusteella. Tämä kohde toteutettiin suuren jakelualueen takia kahdella pääkeskuksella, siten että varsinainen jakeluverkkoon yhdistyminen tapahtui ensimmäisessä pääkeskuksessa, josta sähkönjakelua jatkettiin kahvavarokkeiden läpi toiseen pääkeskukseen. Kaikki pääkeskuksen jakamat sähkönsyötöt ilmoitetaan pääkeskuksen pääkaaviossa (kuva 3).



Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW	Virta A
	MAADOITUS		MK50 KEVI		
	LIITTYMISJOHTO JONOVAROKKEET	160/400	AXMK 4x185		
	LIITTYMISJOHTO JONOVAROKKEET	160/400	AXMK 4x185		
	PÄÄKYTKIN 400A				
	MONIMITTARIKESKUS MMK-A	125/160	AMCMK 4x120/41		
	MONIMITTARIKESKUS MMK-B	125/160	AMCMK 4x120/41		
	VARAUS	/125			
	SYÖTTÖ PK2:seen	200/400	AMCMK 4x185/57		Lehti 2
	KIINTEISTÖMITTAUS	10/25	NOMAK 2X2X0.5		
	JÄNNITESULAKKEET	160/250	7x2,5S		
	VIRTAMUUNTAJAT 200/5A Ik 0.2S				

Kuva 3. Ensimmäiseltä pääkeskuksesta lähtevät ryhmät.

4.3 Kiinteistökeskukset

Kiinteistökeskus mitoitetaan kiinteistön yleisten- ja teknistentilojen arvioidun huippukuorman mukaan. Tämän kohteen kiinteistökeskusten kokoon vaikutti IV-laitteiden suuri määrä.

Kohteessa suurimpia kuormia kiinteistökeskusten takana oli talosauna, perusveden ja jäteveden pumppaamot, IV-keskukset ja IV-laitteet sekä hissikeskukset. Pienempiä kuormia kiinteistökeskuksiin kohdistuu valaistuksesta ja siivouspistorasioista. Kohteen kiinteistökeskuksista suurimmaksi mitoitettiin 125 ampeerinen A-rapun kiinteistökeskus, joka syöttää väestösuoja, kerhotilan, talosaunan, hissien ja IV-konehuoneen keskusta.

4.4 Monimittarikeskukset

Monimittarikeskukset ovat kerrostalokiinteistöjen asuinhuoneistoja mittaavia keskuksia, ja jokaista rappua kohden on yleensä yksi mittarikeskus. Mittarikeskuksia syöttää talon pääkeskus, ja mittarikeskuksesta lähtevien mitattavien syöttöjen määrä vaikuttaa pääkeskuksen ja mittarikeskuksen väliseen kaapeliin. Kohteessa jokaista rappua kohden oli 23 asuinhuoneistoa ja jokaiseen rappuun suunniteltiin yksi mittarikeskus (kuva 4.), joiden syöttäväksi kaapeliksi pääkeskukselta mitoitettiin AMCMK 4x120/41 kaapeli. Mittarikeskuksen suunnittelussa on otettava huomioon mitattavien lähtöjen määrä ja mittarikeskuksen fyysiset mitat, joiden avulla varataan riittävän suuret tilat keskukselle kiinteistön sähkötiloista. Mittarikeskus voidaan sijoittaa keskuskomeroon tai sähkökeskustilaan, kohteessa mittarikeskukset oli mahdollista sijoittaa muiden keskuksien kanssa samaan sähkötilaan.

3312205**22-25 Mittaria**

Monimittarikeskus

1400x1970x110

**Tuotetiedot**

OMA -monimittarikeskus on tilankäytöltään ja asennettavuudeltaan erittäin tehokas. Keskukset toimitetaan valmiiksi kasattuna kokonaisuutena, näin välttämättä ylimääräiset työmaalla aiheutuvat kokoamiskustannukset. Tarvittaessa toimitus onnistuu myös kenttäkohtaisesti. Mitat eivät sisällä toimitukseen kuuluvia jalkapalkkeja eikä sidekiskoja. Lisävarusteena saatavana kenttäkohtainen maalattu ovipaketti.

Hyväksynyt**Tekniset tiedot**

In	250A		
Syöttöliitin	al/cu 185mm ²		
Ue	400V		
fn	AC 50Hz		
ICW	<10 kA		
IP	IP20		
Värisävy	maalaamaton		
Materiaali	Ku-si	korkeus (mm)	1970
		leveys (mm)	1400
		syvyys (mm)	110
Mittari A	25A	tilavuus (m ³)	0,644
Mittarien määrä max.25		paino (kg)	-
		EAN koodi	641003312205
		myyntiyksikkö	KPL
		pakkauskoko	1

Kuva 4. Tuotekortti kohteeseen suunnitellusta monimittarikeskuksesta /3./

4.5 Asuntojen ryhmäkeskukset

Asuntojen ryhmäkeskusten mitoituksessa huomioidaan ensisijaisesti: nousukaapelin pituus, saunallinen/ei saunaa ja asunnon pinta-ala. Kohteessa asuntojen huippukuormitus laskettiin Excel-ohjelmaa hyödyntäen, jonka avulla saatiin ST13.31-taulukon mukainen huipputehon määrää vastaava mitoitus (taulukossa 2.) /5, s.4/. Kohteen suunnittelussa käytettyä Magicad-suunnitteluohjelmaa hyödyntäen pystyttiin toteamaan jännitehäviöt ja oikosulkuvirrat riittäviksi.

Taulukko 2. . Asuntojen huippukuorman arviointiin käytetyt laskentakaavat /5, s.4/

Taulukko 2. Suomen sähkölaitosyhdistys ry:n (nykyinen Sähköenergialiitto ry Sener) julkaisemat laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämistä varten

Asuinrakennukset		Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot:	Huipputeho [kW]	A_{krs} = kerrosala [m ²]
1 Ilman kiukaita	$P_{max} = P_{va} + 17 \cdot A_{krs} / 1000$ $P_{va} = 65 \text{ kW}$	Soveltuu, jos A_{krs} on vähintään 2500 m ² . Pienemmissä P_{va} korvataan arvolla: $P_v = A_{krs} / 2500 \cdot P_{va}$ P_v vähintään 30 kW
2 Huoneistokohtaiset kiukaat	$P_{max} = P_{va} + 24 \cdot A_{krs} / 1000$ $P_{va} = 90 \text{ kW}$	

5 Valaistuksen suunnittelu

5.1 Asunnot

Asuntojen valaistussuunnittelussa huomioidaan ensisijaisesti valaistuksen käyttömukavuus ja valaisinpisteiden sijoittelu. Rakennuttajalta saatavassa suunnitteluohjeessa kerrotaan valaistukselta vaadittuja luksimääriä. Kohteen asuinhuoneistoille määriteltiin keittiöiden ja kylpyhuoneiden valaistusvoimakkuudeksi vähintään 300 luksia. Suunnitteluohjeen mukaan kohteeseen suunniteltavilla led-valaisimilla ja niiden liitäntälaitteilla on oltava valmistajan ilmoittama käyttöikä vähintään 50 000 tuntia.

Suunnittelun alkuvaiheessa määritellään yleinen valaisinluettelo, jonka pohjalla lähdetään suunnittelemaan valaistusta. Kuten asuntojen sähköpisteiden suunnittelussa muutenkin, aloitettiin valaistuksen suunnittelu eteisestä, jossa arkkitehdin suunnittelemaan laskettuun kattoon oli mahdollista sijoittaa kiinteästi asennettavat upotettavat valaisimet. Kuvassa 5 on kohteeseen suunniteltu upotettava valaisinmalli. Upotettavia valaisimia suositetaan erityisesti siksi, että ne sulautuvat tilaan huomaamattomasti ja eivät häiritse tilan yleisnäkymää.



Kuva 5. Kohteen asuinhuoneistojen eteisiin suunniteltu valaisinmalli.

Keittiön valaistus voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Kohteessa asuntojen keittiöiden valaistus toteutettiin pintaan asennettavalla kiinteällä kattovalaisimella ja työtasojen valaistukseen suunniteltiin 24 voltin led-valaistus, jonka muuntaja ja muuntajan pistorasia sijoitettiin keittiön kalustuksen yläsokkeliin. Olohuoneet ja makuuhuoneet varustettiin perinteisillä valaisinpistorasioilla.

Valaisinpistorasioiden sijoittelussa tulee ottaa huomioon mahdollinen ruokailutila ja TV:n paikka, kun taas makuuhuoneissa pyritään sijoittamaan valaisinpisteet keskitetysti siten, että valaistus on helposti toteutettavissa koko tilaan. Parvekkeen valaistuksessa huomioidaan sään kestävyys ja järkevä valaisimen sijoitus piste. Kohteessa parvekkeiden valaistus toteutettiin IP54-luokituksellinen seinävalaisin, jota ohjataan kytkimellä asunnon sisäpuolelta läheltä parvekkeen ovea.

Kylpyhuone/saunatiloissa on otettava huomioon valaisimien IP-luokitus, joka on sovellettava kosteisiin tiloihin, saunassa on lisäksi huomioitava korkea lämpötila. Kohteessa pesutilojen valaistus toteutettiin kattoon upotettavilla led-valaisimilla ja pesualtaan yläpuolelle suunniteltiin valaisin, jossa kiinteästi kaksiosainen pistorasia. Saunan valaistus suunniteltiin perinteisellä puuritulällä suojatulla 40 watin valaisimella, jossa on IP-44 luokitus ja korkea lämmönkesto. /7./ Taulukossa 7 on esitetty ST-käsikirjan mukaisia suosituksia seinävalopisteiden korkeuksista.

Taulukko 3. ST-käsikirjan ohje asuinhuoneistojen valaisinkorkeuksista /6./

Seinävalopisteet	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin	1900
Peilikaapin liitäntä	1900
Keittiön työtasovalaisin	1350-1400
Saunavalaisin, lauteiden alapuolella	700

5.2 Yleiset tilat

Kiinteistön yleisten tilojen valaistuksen suunnittelussa otetaan erityisesti huomioon valaisimien huolto- ja hankintakustannukset. Valaistuksenohjauksessa on huomioitava valaistavan tilan käyttötarkoitus. Kiinteistön teknisissä ja väestönsuojaustiloissa valaistuksen ohjaus toteutetaan aina kytkinohjauksella, varastoissa ja porrashuoneissa voidaan soveltaa liike- ja läsnäolotunnuksella toteutettua valaistusta. Rakennuttajalla ei ollut tarkkoja vaatimuksia kohteen yleistilojen valaistusvoimakkuudesta, joten suunnittelijan vastuulle jätettiin toimivan valaistusratkaisun suunnittelu oman harkinnan mukaan.

Kohteessa käytävien ja porrashuoneiden valaistus suunniteltiin seinäasennettavilla led-valaisimilla, joita ohjataan kulkureiteille asennettavilla liiketunnistimille. Liiketunnistimilla saadaan valaistukseen käyttömukavuutta ja energiatehokkuutta. Pesulassa, varastoissa, teknisissä tiloissa ja väestönsuojassa valaistus suunniteltiin 40 watin led-putkivalaisimilla. Yleisissä tiloissa valaisimien ulkonäköön kiinnitettiin huomiota erityisesti talosaunassa ja kerhotilassa, joissa käytettiin samaa valaisinmallistoa kuin asuinhuoneistoissa.

5.3 Julkisivu ja ulkoalueet

Julkisivu- ja pihavalauksessa käytetään vain säänkestäviä valaisimia. Julkisivu- ja pihavalauksessa on huomioitava myös muu ympäristö siten, että valaistuksella ei aiheuteta haittaa tai häiriötä läheisille puisto, tie- tai asuinympäristölle. Julkisivuvalaistus suunnitellaan siten, että kulku rakennuksen sisäänkäynneille on valaistu.

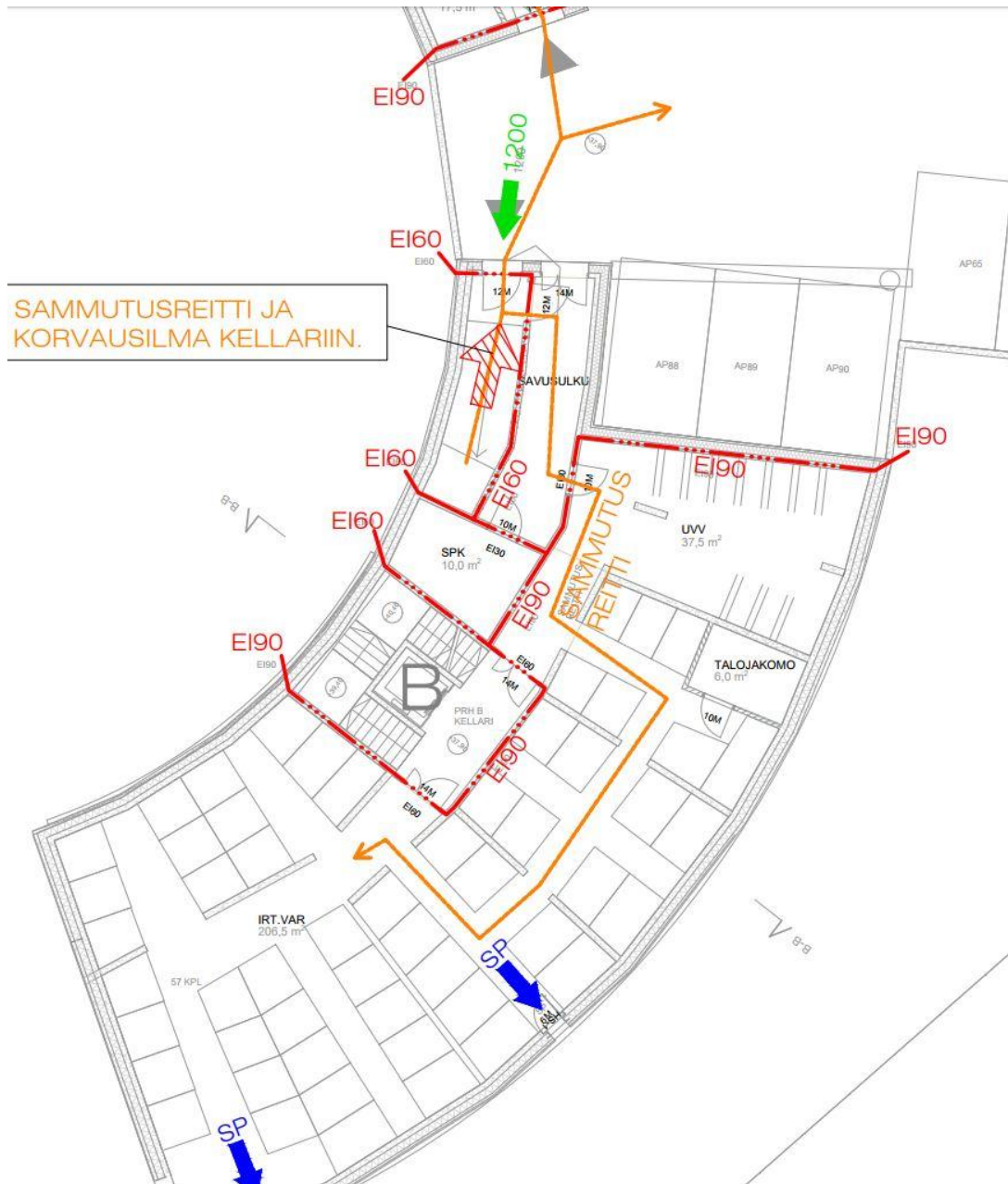
Kohteessa julkisivun valaistus suunniteltiin kattavasti jokaisen rakennukseen vievän sisäänkäynnin läheisyyteen. Pääsisäänkäyntien yhteydessä olevan ovipuhelimen valaistus toteutettiin porrastunnuksella varustetulla valaisimella. Sähkösuunnittelun osuus pihavalaistuksessa on usein valaisinmallin ja maakaapelin putkituksien suunnittelu. Kohteessa erillistä pihavalaistusta ei toteutettu.

5.4 Hätäpoistumistie- ja turvavalaistus

Hätäpoistumistie- turvavalaistus suunnitellaan niille reiteille, jotka toimivat hätätilanteessa poistumisteinä. Hätäpoistumistievalaistuksella on tarkoitus varmistaa, että rakennuksesta poistuminen on mahdollisimman selkeää ja ulos pääsyn reitti on mahdollisimman selkeästi havaittavissa. Poistumisreiteillä valaistusvoimakkuuden on oltava vähintään 1 luks 2 metrin kaistaleella ja puolet valaistuksen maksimivoimakkuudesta on saatettava 5 sekunnin aikana. /7./.

Kohteen hätä- ja turvavalaistus suunniteltiin kiinteistön yleisien tilojen poistumisreiteille, erityisesti kellarikerroksien ulospääsy reiteille suunnittelussa oli käytettävä apuna palosuunnitelmaa. Palosuunnittelussa laaditaan erillinen piirustus (kuvassa 6.), josta selviää palo-osastoinnit, poistumis- ja sammuksireitit. Näille reiteille oli tärkeää suunnitella valaisinpisteet siten, että ne valaisevat ja opastavat oikein.

Hätäpoistumistie- ja turvavalaistus voidaan toteuttaa erillisellä turvavalokeskuksella, joka sähkökatkoksen aikana syöttää valaisimia akustolta. Vaihtoehtoisesti voidaan pienempiin kohteisiin suunnitella poistumistie- ja turvavalaistus omilla akuilla varustettuina, jolloin akusto turvaa valaisimien toiminnan sähkökatkon aikana. Vähäisen valaisinmäärän takia kohteessa päädyttiin akullisiin valaisimiin, jotka kaapeloitiin kiinteistökeskukselta valmistajan antamien ohjeiden mukaan palonkestävillä FRHF-kaapeleilla.



Kuva 6. Kohteen B-rapun palosuunnitelma

6 Tasopiirustuksien suunnittelu

6.1 Asunnot

Asuntojen suunnittelussa huomioidaan jokainen tila omana kokonaisuutena ja jokaisen tilan suunnittelussa pyritään noudattamaan standardin mukaisia suunnitteluohjeita. Suunnittelun vaiheet ja asuntojen erilliset tilasuunnittelut eritellään seuraavaksi.

6.1.1 Pisteytys

Asuntojen suunnittelu ja piirtäminen aloitetaan aina tekemällä asunnon pisteytys. Pistekuva tehdään yleensä mallikerrokseen, joka lähetetään tilaajan hyväksyttäväksi. Pisteidien sijoittelussa käytetään apuna arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan laatimia piirustuksia. Suunniteltuihin alakatollisiin tiloihin voidaan sijoittaa upotettavia valaisimia, kun taas ontelolaattaan suunnitellaan valaisinpiste joko pistotulpalla tai kruunumallisena.

Pisteitä pyritään suunnittelemaan mahdollisimman käytännönläheisiin ja käyttömukavuudelta parhaille mahdollisille sijainneille. Koska suunnittelussa on otettava huomioon mukavuuden lisäksi myös kustannukset, pyritään suosimaan pisteiden sijoittelussa kevyitä väliseiniä, jotta asennuskustannukset pysyisivät mahdollisimman pieninä. Kalliiksi pisteiden sijoittamisen elementteihin ja raskaisiin kantaviin seiniin tekee se, että jokaiseen elementtiin sähköpisteet suunnitellaan erikseen elementtisuunnittelussa, jonka avulla elementtitehtaalla tehdään sähköpistevaraukset jokaiselle upotettavalle sähköpisteelle.

Pisteiden sijoittelussa on otettava huomioon mahdolliset lämpöpatterit, jotka perinteisesti sijoitetaan aina ikkunoiden alapuolelle. Kohteessa huoneistojen lämmitys tapahtui lämpöpattereilla, joten ikkunan alle ei pisteitä voinut sijoittaa.

Valaisimien pisteytyksessä ilmoitetaan valaisimelle asetettu positiomerkintä, joka tarkennetaan valaisinluettelossa. Valaisimien ohjauksiin on epäselvissä tilanteissa merkittävä ohjattava valaisin ja sitä ohjaava kytkin, jotta asentaminen työmaalla tapahtuu oikein ja välttyään turhilta epäselvyyksiltä. Kohteessa suunnitelmissa esitettiin makuuhuoneita lukuun ottamatta jokaisen valaistuksen ohjaus.

Palovaroittimien sijoittelussa noudatetaan ensisijaisesti standardin määrittelemää ohjetta siten, että jokaiseen asuntoon tulee olla vähintään yksi palovaroitin jokaisen asuinhuoneiston alkavaa 60 m²:ä kohden. Palovaroittimien etäisyys valaisinpisteistä ja keittiön työtasosta on otettava huomioon. Palovaroittimet suunnitellaan aina vähintään 0.5 metriä seinistä ja etäisyyden loistelamppuihin tulee olla vähintään 1 metri. Kuvassa 7 on esitetty perinteisesti käytettyjä asennuskorkeuksia laitteiden kojerasioille. Tilaajan suostumuksella voidaan varoittimia suunnitella jokaiseen kuivan tilan huoneeseen.

Parvekkeiden ja asunnon sisällä oleviin kosteisiin tiloihin suunniteltaviin sähköpisteisiin on otettava huomioon kotelointiluokka ja säänkestävyys, lisäksi saunan valaisimen on oltava saunatilaan suunniteltua materiaalia.

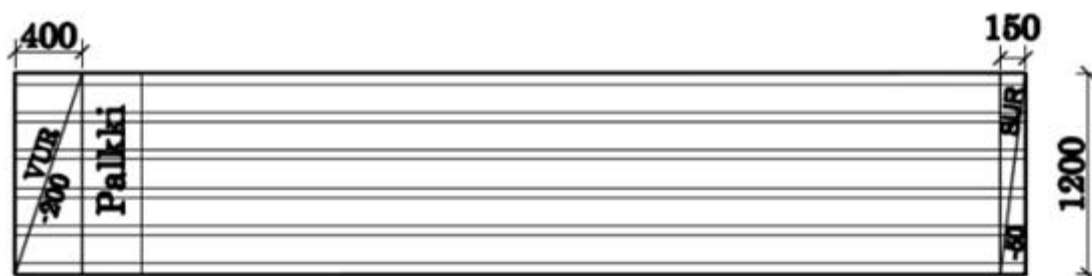
Asennuskorkeudet yleensä	Lattiasta mm
Ohjauspisteet	
Kytkimet yms.	1000
Termostaatit, mekinantokojeet yms.	1400
Palohälytyspainike	1700
Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike	1700 tai palohälytyspainikkeen yläpuolella 1900
Pistorasiat, telepisteet	
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone (tapa 1)	800 tai 1000
Pesu- ja kylpyhuone (tapa 2)	1700
Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa, esim. "pesutomi"	1900
Siivous	1000 tai 1800
Porrashuone, kellarikäytävä	1800
Parveke, (tapa 1)	300
Parveke (tapa 2)	1700
Keittiön työpöytä	1000 tai 1200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2200
Liesituuletin	1800
Lieden pistorasia, liitännätarasia tai keittiön pistorasiaryhmän jakorasia lieden takana	300
Mikroaaltouuni	Kalustopiirustuksen mukaan, usein työtason yläpuolella olevassa kaapissa, h = 1600
Seinä-tv	1900–2100 tai kalustopiirustuksen mukaan
Soittokello	2200

Kuva 7. Ohjeistus asennuskorkeuksista /6, s.2/.

6.1.2 Johdotus ja ryhmittely

Valmis sähkösuunnitelma toimitetaan aina johdotuksien ja ryhmämerkintöjen kanssa. Kuten pisteytysvaiheen suunnittelussa, myös johdotuksen suunnittelussa on huomiotava arkkitehdin- ja rakennesuunnittelijan laatimat suunnitelmat. Elementeistä koostuvan kerrostalon rakenteiden huomioiminen on rakenteissa kulkevien putkituksien toteutuksen kannalta erityisen tärkeää. Ontelolaattojen urituksen suunta vaikuttaa siihen, miten putkitus laatan urituksessa on mahdollista toteuttaa.

Kaapelointi pyritään piirtämään aina asentamisen kannalta helposti toteutettavaa reittiä, jotta kustannukset työmaa vaiheessa pysyy mahdollisimman alhaisena. Tämän takia vältetään putkituksia elementtien sisällä ja suositetaan alakattoja ja kevyitä rakenteita. Jos asentaminen ontelolaatan urien päähän vaatii yli kaksi sähköputkea, joudutaan elementtiin piirtämään SUR-ura (kuvassa 8), joka on laatan pään levyinen 150 mm pitkä ja 50 mm syvä varaus. Se merkitään sähköpiirustuksiin oikeankokoisena ja siitä tehdään tarkka reikäpiirto elementtikuvaan.



Kuva 8. SUR-ura ontelolaattaan piirrettynä

Johtimen poikkipinta-ala määrittelee sille sallitun kuormituksen määrän ja johtimelle asetetun maksimivirran omaavaa johdonsuojaa ei keskuksessa saa ylittää. Kohteen asuntojen osalta käytettiin kahta eri johdin kokoa, 10 ampeerin kestävää 1,5 mm³:n ja 16 ampeerin kestävää 2,5 mm³ kaapeleita. sähköpisteitä syöttävän johtimen poikkipinta mitoitetaan arvioitun kuormituksen mukaan.

Johdotuksen ryhmittelyn suunnittelussa suositetaan erillisiä pistorasia- ja valaisin ryhmiä mahdollisen ylikuormituksen takia. Kustannuksien pienennystarkoituksessa tilaaja voi kuitenkin määritellä asuntojen johdotuksen sekaryhmillä toteutettaviksi siten, että valaisimet ja pistorasia kytketään saman ryhmäjohtoon taakse. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pistorasian vikaantuessa saman ryhmän takana olevien valaisimien sähkönsyöttö katkeaa.

Kohteen osalta ryhmittelyssä noudatettiin nykyisten suosituksien mukaista johdotusta, jossa pistorasiaryhmät kytkettiin 16 ampeerin johdonsuojan ja vikavirran taakse omilla ryhmillä. Pistorasioiden ryhmittelyssä pyrittiin huomioimaan jokaisen tilan pistorasioiden käyttö tarve siten että välttyttäisiin liiallisen kuormituksen takia johtuvista sähkönsyöttökatkeamisista. Makuuhuoneiden, olohuoneen ja eteisen osalta suunnittelussa on käytetty seitsemää pistorasiapistettä yhtä 16 ampeerin johdonsuojaa kohden. Oletetusti suurimman kuormituksen takana olevat keittiön työtason ja parvekkeen pistorasiapisteen johdotettiin jokainen rasia omalla 16 ampeerin ryhmällä. Kylpyhuone johdotettiin muista tiloista poiketen yhdellä 16 ampeerin sekaryhmällä. Valaistus toteutettiin omilla 10 ampeerin johdonsuojan takana olevilla ryhmillä. Valaistuksen suunnittelussa otettiin huomioon mahdolliset vikatilanteet, jonka takia valaistusryhmiä jaettiin muutamien eri ryhmien taakse. Palovaroittimet ja kylpyhuonetilojen lattialämmitykset johdotettiin omilla 10 ampeerin ryhmillä.

6.1.3 Eteinen

Eteisessä noudatetaan normaalia kuivantilan asennustapaa, joka mahdollistaa koteloitiluokan IP-2X laitteiden suunnittelun. Eteisen suunnittelussa on hyvä huomioida pistorasia pisteet imurointia ajatellen. Kerrostaloasunnoissa eteisen katossa kulkee yleensä myös LVI-tekniikkaa, joten lähes poikkeuksetta eteisiin on suunniteltu alaslaskettava katto, johon on suotavaa suunnitella upotettavat valaisimet. Valaistuksen määrän suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon vähäinen luonnonvalon määrä ja näkyvyys kaapistoille. Eteisen koosta riippuen valaistuksen ohjaus kannattaa suunnitella ulko-oven läheisyyteen ja suuremmissa eteisalueissa on hyvä toteuttaa valaistuksen ohjaus eteisen molemmista päistä.

Kohteessa valaistuksen ohjaus suunniteltiin 6-kytkimillä eteisen molemmilta puolilta. Myös ovipuhelimen sijainti kerrostaloasunnoissa on yleensä eteisessä. Sähkösuunnittelun osalta ovipuhelimista piirretään ainoastaan sen sijainti asunnossa. Kohteessa pyrittiin asuntojen ovipuhelimet sijoittamaan eteiseen ulko-ovenläheisyyteen. Kuvassa 9 on esitetty sähkösuunnitelma kohteen asuinhuoneiston eteisestä.



Kuva 9. Kohteen asuinhuoneiston eteisen sähköpiirustuksesta.

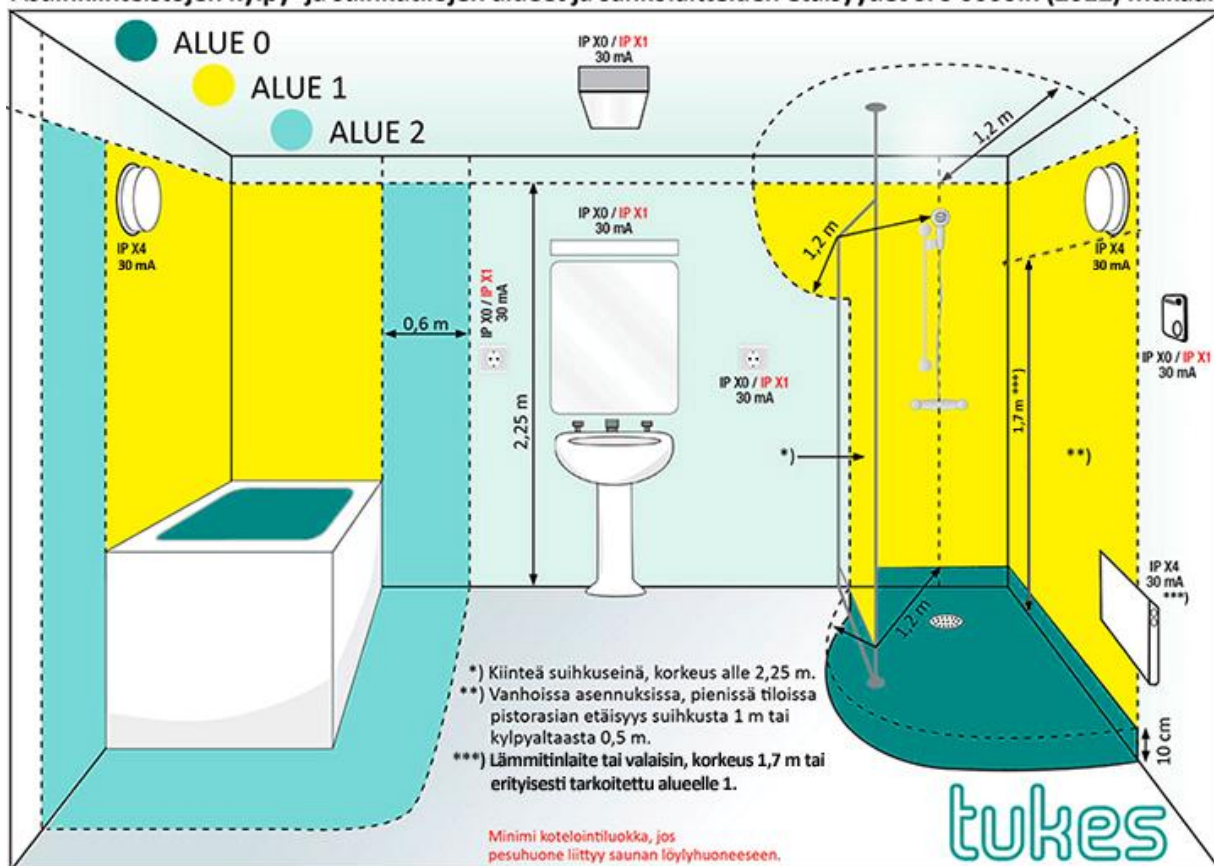
Ryhmäkeskukselle käytännöllisin sijainti on usein eteisessä sen keskeisen sijainnin ja alakaton takia, mikä helpottaa ryhmäjohtojen jakamista eripuolille asuntoa.

6.1.4 WC-, kylpyhuone- ja saunatilat

Sähkösuunnittelussa WC, kylpyhuone ja saunatiloissa on omat asennusmääräykset. Erillisessä WC tilassa noudatetaan vähintään kuivaan tilaan soveltuvaa kotelointiluokkaa IP-2X. Suihkullisissa kylpyhuonetiloissa noudatetaan sähkölaitteissa kosteantilan kotelointiluokkaa. Kosteantilan alueet on määritelty erikseen sähköasennus standardissa alueisiin 0, 1 ja 2 (kuvassa 10).

Saunatiloihin asennettavat sähkölaitteet ovat pääsääntöisesti valaisin ja kiuas. Kiukaalle suunnitellaan kytkentärasia, johon tuodaan asunnon ryhmäkeskuksesta 3-vaihetta, nol-lan ja maadoituksen sisältävä kaapeli. Saunan valaisimen on oltava erikseen saunatilaan soveltuva.

Asuinkiinteistöjen kylpy- ja suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet SFS 6000:n (2012) mukaan



Kuva 10. Tukes ohje kylpyhuoneiden sähköasennuksista. /4./

Kylpyhuoneissa on hyvä huomioida erilaisien sähkölaitteiden tarve, kuten hiustenkuivain, laitteiden lataus pisteet, siivous, pyykinpesukone ja kuivausrumpu. Ryhmitteilyssä on hyvä huomioida suuritehoiset laitteet kuten hiustenkuivain. Kohteessa kylpyhuone ja saunatilat toteutettiin 16 ampeerin vikavirallisella ryhmällä, johon liitettiin pistorasiat ja valaistus. Pyykinpesukoneen ja kuivausrummun sähköpisteet suunniteltiin omilla ryhmillään kahteen 1-osaiseen pistorasiaan. WC-, sauna- ja suihkutilat ovat usein niitä alueita, joihin halutaan lattiaan asennettava mukavuuslämmitys.

Kohteessa mukavuuslämmitys toteutettiin sähköisenä, joten sähkösuunnittelussa oli esitettävä jokaiselle pesutilalle sen vaatima lämmityskaapelointi. Kaapeloinnin alue rajataan tasopiirustukseen ja alueelle ilmoitetaan käytettävän lämmityskaapelin malli ja sähköteho. lämmityksen säätöön ja ohjaukseen suunnitellaan termostaatti, johon osoitetaan ryhmäjohto keskukselta. Kohteeseen suunniteltiin DeviFlex-malliston mukainen mukavuuslämmityksen kaapelointi (Kuva 11.) /8, s.47/. Lämmitettävän alueen suuruus vaikuttaa valittavan kaapelin pituuteen ja tehoon. Kaapeloinnin asennusväli on laskettavissa pinta-ala jaettuna Kaapelin pituudella. /8, s.47/

DEVIflex™ 10T		Tekniset tiedot			
Etuja:		Käyttöjännite	230 V		
<ul style="list-style-type: none"> • Helppo asentaa • Joustava kaapeli • Turvallinen ja kestävä • Pitkäikäinen • 20 vuoden takuu 		Rakenne	Pyöreä, suojattu, 2 -johtiminen, yksi liitoskaapeli		
Standardit:		Teho / m	10 W/m		
<ul style="list-style-type: none"> • IEC60800:2009 		Ympäröivä lämpötila	< 65 °C		
   		Halkaisija	6,9 mm		
		Iskunkestävyys	1500 N		
		Vetolujuus	500 N		
		Johtimen eriste	PEX		
		Ulkovaippa	PVC		
		Liitoskaapeli	2,3 m, DTCL, 3 x 1,5 mm ² tai 3 x 2,5 mm ² (>1700w)		
		Asennuslämpötila	> -5°C		
		Taivutussäde	6 x kaapelin halkaisija		

Sähkönro	DEVI nro	Pituus	Teho	Lämmitettävä ala	Vastus
81 694 26	140F1215	2 m	20 W	0,2 m ²	2646,0 Ω
81 694 27	140F1216	4 m	40 W	0,4 m ²	1324,0 Ω
81 694 28	140F1217	6 m	60 W	0,6 m ²	882,0 Ω
81 694 30	140F1218	8 m	80 W	0,8 m ²	660,8 Ω
81 694 29	140F1219	10 m	100 W	1 m ²	529,0 Ω
81 091 15	140F1407	15 m	131 W	1,2 - 1,7 m ²	403,5 Ω
81 694 31	140F1220	20 m	205 W	2 m ²	260,0 Ω
81 091 16	140F1408	25 m	241 W	2,2 - 3,0 m ²	219,5 Ω
81 694 32	140F1221	30 m	290 W	2 - 4 m ²	183,0 Ω
81 091 17	140F1409	35 m	365 W	3,2 - 4,4 m ²	145,0 Ω
81 694 33	140F1222	40 m	390 W	3 - 5 m ²	136,0 Ω
81 694 34	140F1223	50 m	505 W	4 - 6 m ²	105,0 Ω
81 694 35	140F1224	60 m	600 W	5 - 8 m ²	88,2 Ω
81 694 36	140F1225	70 m	695 W	6 - 9 m ²	76,3 Ω
81 694 37	140F1226	80 m	790 W	7 - 10 m ²	66,9 Ω
81 694 38	140F1227	90 m	920 W	8 - 11 m ²	57,4 Ω
81 694 39	140F1228	100 m	990 W	9 - 12 m ²	53,4 Ω
81 694 41	140F1229	120 m	1220 W	10 - 15 m ²	43,4 Ω
81 694 45	140F1230	140 m	1410 W	12 - 17 m ²	37,5 Ω
81 729 90	140F1231	160 m	1575 W	14 - 19 m ²	33,6 Ω
81 729 91	140F1232	180 m	1760 W	15 - 21 m ²	30,1 Ω
81 729 92	140F1233	200 m	1990 W	18 - 24 m ²	26,6 Ω
81 091 18	140F1234	210 m	2050 W	20 - 26 m ²	25,8 Ω

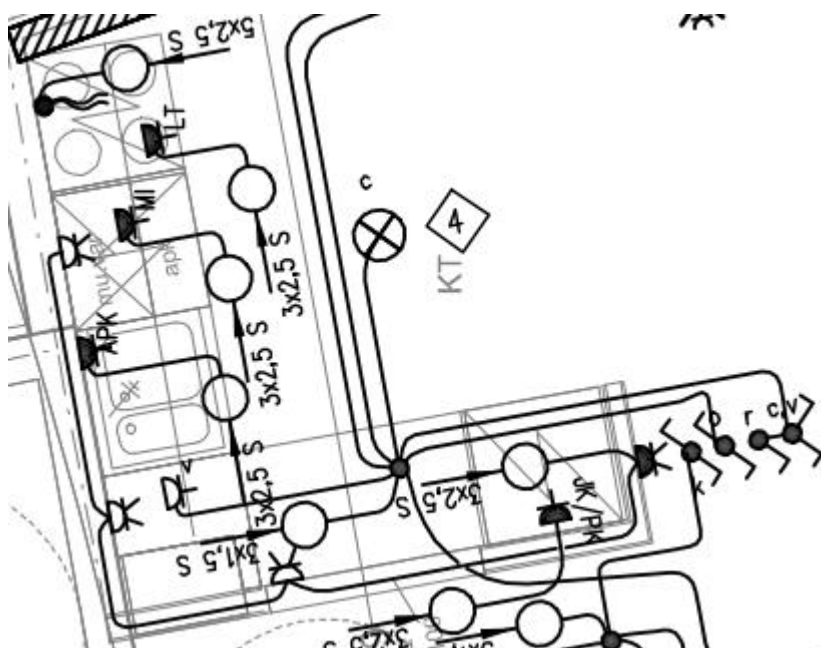
Kuva 11. Asuinhuoneistoihin suunniteltu lämmityskaapeloinnin mitoitus taulukko. /9, s.7/.

6.1.5 Keittiö

Keittiön suunnittelussa noudatetaan kuivan tilan asennusstandardia, mutta poikkeuksena sähkölaitteiden kotelointiluokka on huomioitava erikseen pesualtaan läheisyydessä ja kuivauskaapiston alapuolella. Valaistus ja pistorasiat on valittava edellä mainituille alueille vähintään IP-21 luokituksen mukaisesti. Keittiön valaistus on hyvä suunnitella katopisteillä ja erikseen keittiön työtasovalauksella.

Kohteessa keittiöiden valaistus toteutettiin pinta-asenteisella kattovalaisimella ja keittiön työtasolle valaistus suunniteltiin 24 voltin led-valonauhoilla, jotka tasokuvissa esitettiin valojen muuntajien pistorasioilla. Keittiön työtason pistorasiat ovat normaalisti suuren kuormituksen kohteena, jonka takia niiden ryhmittely on hyvä tehdä erikseen muista pistorasiaryhmistä. Laitekohtaiset pistorasiat, kuten jääkaappi, pakastin, mikro ja astianpesukone, piirretään omilla pistorasioillaan omien johdonsuojälähtöjen taakse.

Uusien asennusmääräyksien mukaan kaikki laitekohtaiset pistorasiat on suojattava vikavirtasuojan taakse, kun aikaisemmin vikavirtasuojauksen sai laitekohtaisista pistorasioista jättää pois. Poikkeuksena on edelleen kylmälaitteiden suojaus, jotka saa jättää ilman vikavirtasuojasta. Uunille ja liedelle suunnitellaan yhdistelmärasia, johon syöttävä kaapeli piirretään 5 x 2,5 S-mallisella kaapelilla. Uuni ja liesi voivat olla myös erillisinä sähkölaitteina, jolloin uunille suunnitellaan tavallinen yksivaiheinen pistorasia ja liedelle liitántärasia. Johdotus erillisen lieden liitántärasialle toteutetaan samaan tapaan, kun uuni/liesi liitántärasialle. Keittiön malli ja laitteet varmistetaan keittiön toimittajan piirustuksista. Kuvassa 12 on esitetty sähkösuunnitelma kohteen asuinhuoneiston keittiöstä.



Kuva 12. Kohteen asuinhuoneiston keittiön sähkösuunnitelma

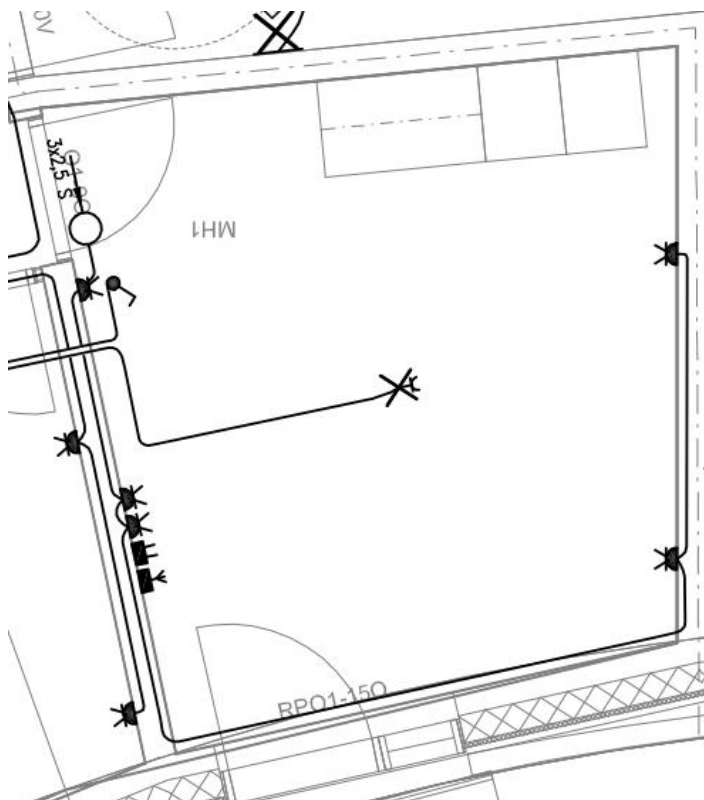
6.1.6 Olohuone

Olohuoneissa sähkösuunnittelu toteutetaan eteisen tavoin kuivantilan asennus määräyksien mukaan. Sähkösuunnittelun kannalta on tärkeää huomioida mahdolliset tv:n sijoitus paikat, johon sähköpisteitä sijoitetaan pistorasioiden lisäksi yleiskaapelointipiste (RJ45) ja antennipiste. Koska kerrostaloissa katto on ontelolaatta elementti, on laatussa kulkevien putkituksien määrä olohuoneissa hyvä ottaa huomioon mahdollinen SUR-varaus (Esimerkki SUR-varauksesta kuvassa 8).

Tässä kohteessa olohuoneisiin sijoitettiin neljä pistorasiapistettä, tele- ja antennipisteet huoneen molemmille puolille. Olohuoneen valaistus toteutetaan perinteisesti valaisinpistorasiapisteillä, jotka suunnitellaan keskitetyksi olohuoneen alueelle.

6.1.7 Makuuhuoneet

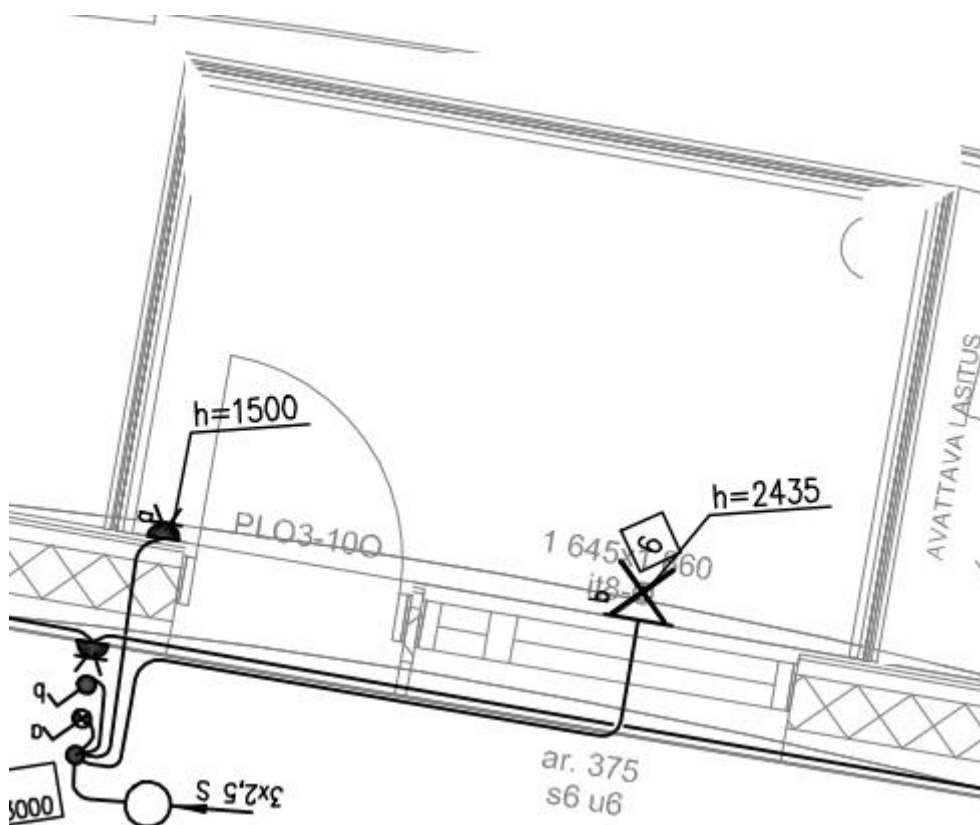
Olohuoneen ja eteisen tapaan myös makuuhuoneissa noudatetaan sähkölaitteiden osalta kuivantilan asennusmääräyksien mukaista IP-2X-koteloitiluokitusta. Makuuhuoneiden pistorasiapisteiden osalta noudatetaan hyvin paljon olohuoneen kaltaista suunnittelua, joka kattaa antenni-, tele- ja pistorasiapisteet. Pistorasiapisteitä on hyvä suunnitella oven läheisyyteen, sekä mahdollisen sängyn sijainnin mukaan sängyn molemmille puolille. Makuuhuoneiden valaistus suunnitellaan keskitetysti valaisinpistorasioilla. Valaistuksen suunnittelussa on huomioitava näkyvyys vaatekaapeille. Kuvassa 13 on esitetty sähkösuunnitelma kohteen asuinhuoneiston makuuhuoneesta.



Kuva 13. Kohteen asuinhuoneiston sähkösuunnitelma makuuhuoneesta

6.1.8 Parvekkeet

Parvekkeelle sijoitettavat sähköpisteet suunnitellaan vaihtelevat sääolosuhteet huomioiden ottaen. Kohteessa parvekkeille suunniteltiin koteloituluokiltaan IP-44 pistorasiat ja valaisimet. Normaalista pistorasiasuunnittelusta poiketen suunnitellaan parvekkeen pistorasioille kytkinohjaus. Kohteessa valaisimien ja pistorasioiden ohjaus suunniteltiin huoneiston sisälle ja poikkeuksena tavallisesta kytkin ohjauksesta suunniteltiin pistorasian ohjaus merkkilampullisella 1-kytkimellä (kuvassa 14.). Sähkölaitteille määritelty asennuskorkeus on vähintään 300 mm lattiapinnasta ja laitteiden suojaus toteutettava henkilösuojaukseen tarkoitetulla vikavirtasuojalla eli vähintään 30 mA. Poikkeuksellisissa asennuskorkeuksissa on korkeus hyvä mainita kuvassa erikseen (kuvassa 12).



Kuva 14. Kohteen asuinhuoneiston parvekkeen sähkösuunnittelu.

6.2 Yleiset tilat

Kerrostalo-kohteen yleisiksi tiloiksi luokitellaan kaikki kiinteistön sisällä olevat asuinhuoneistojen ulkopuoliset alueet. Yleiset eritellään seuraavaksi.

6.2.1 Porrashuoneet ja portaikko

Sähkösuunnittelussa porrashuoneet ja portaikko kattavat erikseen siivouskytkimellä ohjattavat siivouspistorasiat, palovaroittimet, ulko-oven ohjaus, Savunpoisto ja/tai IV-hätäseispainikkeet sekä valaistus. Ennen valaistuksen ohjaus porrashuoneissa toteutettiin painonapeilla, jotka ohjasivat valaistuksen päälle keskuksen porrasedin automaattista.

Nykyään valaistus suunnitellaan liike- tai läsnäolotunnistimilla. Valaistus voidaan toteuttaa kattoon tai seinään asennettavilla valaisimilla. Kohteen porrashuoneiden ja portaikkojen valaistus toteutettiin seinään asennettavilla led-valaisimilla (kuvassa 15.), joiden ohjaus suunniteltiin liiketunnistimilla. Palovaroitin suunnitellaan savuilmaisimeksi, ja se sijoitetaan keskitetysti porrashuoneeseen.

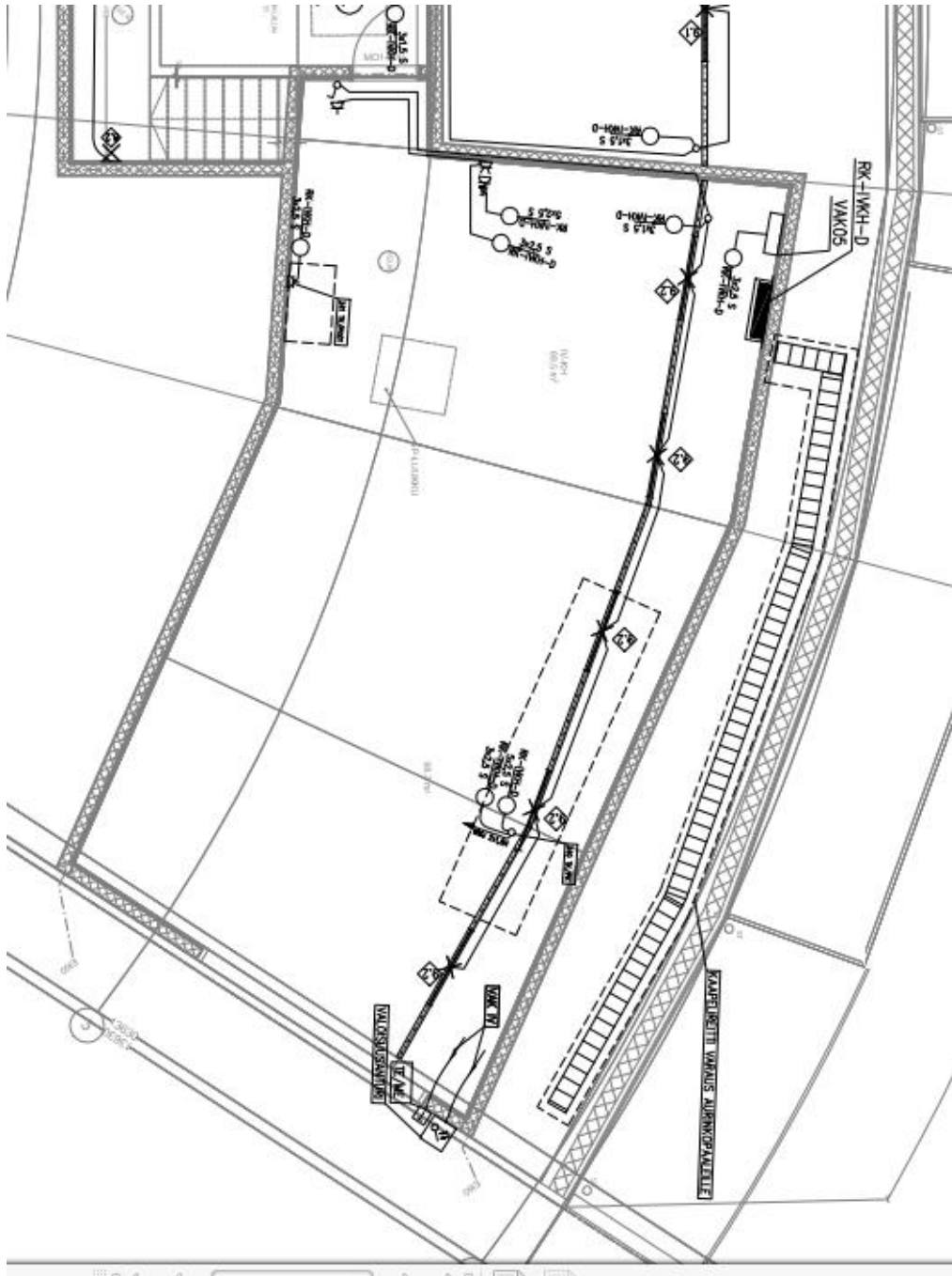
Kohteessa porrashuoneisiin suunniteltujen siivouspistorasioiden ohjaus toteutettiin siivouskytkimellä siivousvarastolta. Siivouskytkin ajastaa siivouspistorasioille tulevan sähkösyötön siivouksen ajaksi, jonka jälkeen sähkönsyöttö rasioille katkeaa. Näin vältetään siivouspistorasioiden niille kuulumaton käyttö. Porrashuoneen pääsisäänkäynnillä on suunniteltava edellä mainittujen sähkölaitteiden lisäksi IV-hätäseis-painike, savunpoistoluukkujen ohjaus ja ulko-oven sähköistys. Näistä sähkösuunnitteluvaiheessa piirretään ainoastaan sijainnit, tarkemmin ohjauksien ja laitteiston toiminta esitetään järjestelmäkaavioissa.

6.2.4 Tekniset tilat

Kerrostalokiinteistöissä tekniset tilat ovat sähkö- ja teletilat, lämmönjakohuone ja IV-konehuone. Sähkösuunnittelijan tehtävä projektin alkuvaiheessa on varmistaa, että sähkö- ja teletiloihin varatut alueet ovat riittävän tilavia sähkökeskuksille ja telejakamoille. Sähkökeskustilojen riittävä tila voidaan tarkistaa piirtämällä arkkitehtipohjaan halutut keskuksien oletetuilla ulkomitoilla. Jos arkkitehdin varaamat tilat eivät ole riittäviä, on suunnittelijan ilmoitettava kohteen arkkitehdille lisätilan tarpeesta.

Sähkö- ja teletilojen valaistus suunnitellaan tilassa olevat laitteet huomioon ottaen siten, että tilan yleisvalaistuksen lisäksi näkyvyys sähkökeskuksiin ja telekaappeihin on oltava erityisen hyvä. Valaistuksenohjaus toteutetaan aina perinteisellä kytkinohjauksella, jolloin turvataan jatkuva valaistus haastavien asennustöiden ajaksi. Jos sähkökeskuksille on varattu keskuskomero, on komeron sisään hyvä suunnitella valaisin omalla kytkimellä.

Erillisiin sähkökeskustiloihin suunnitellaan valaistuksen ja keskuksien lisäksi siivouspistorasia. Teletiloihin suunnitelluille telekaapeille suunnitellaan tarvittava määrä pistorasioita, joiden suojaus toteutetaan ilman vikavirtasuojauksella. Sähkösuunnittelun alkuvaiheessa lämmönjako- ja IV-konehuoneisiin suunnitellaan siivouspistorasiat ja yleisvalaistus. Lämmönjako- ja IV-konehuoneeseen tulevien laitteiden sähköntarve ja sijainnit tarkistetaan LVI-suunnittelijan piirustuksista. Kohteessa oli yksi lämmönjakohuone ja jokaista rappua kohden yksi IV-konehuone. Kuvassa 17 on esitetty sähkösuunnitelma kohteen ylimmässä kerroksessa sijaitsevasta IV-konehuoneesta.



Kuva 17. Kohteen IV-konehuoneen sähkösuunnitelma.

IV-konehuone on tarkoitettu kiinteistön ilmanvaihdon laitteille, joille sähkösuunnitelmissa osoitetaan tarvittava sähkönsyöttö. IV-laitekaavioista selviää, kytetäänkö kone suoraan syöttävään kaapeliin vai onko koneessa pistotulpallinen laitejohto. Suoraan syöttökaapeliin kytkettäville laitteille suunnitellaan turvakytkin ja ryhmäjohto. Pistotulpallisille ko-

6.2.5 Väestönsuoja

Jokaiseen kerrostaloyhtiöön on oltava asukkaiden lukumäärää vastaavan kokoinen väestönsuoja. Väestönsuoja on tila, joka on rakenteeltaan suunniteltu suojaamaan säteilyiltä, aseilla kohdistetuilta hyökkäyksiltä ja myrkyllisiltä aineilta. Väestönsuoja on useimmiten rakenteeltaan teräsbetonia. Sähkösuunnittelussa on otettava huomioon väestösuojan käyttö normaalioloissa esimerkiksi varastona tai sosiaalitilana. Rakennemateriaalit mahdollistavat sähköpisteiden asennuksen ainoastaan pinta-asenteisina, joten kaapeloinnin määrän kattavat johtotiet on hyvä ottaa suunnittelussa huomioon. Väestönsuoja on kiinteistön muista tiloista vankasti erotettuna, joten se tarvitsee sisäisen sähkönsyötön jakavan keskuksen. Koska seinä ja kattomateriaalit ovat erityisen lujaa ja paksumaa, on läpivienti väestösuojan sähkökeskukselle suunniteltava muista kiinteistön läpiviennistä poikkeavalla tavalla. Kohteessa läpiviennit suunniteltiin laipparakenteisella ratkaisulla (Kuvassa 19), joka on väestösuojiin tarkoitettu läpivientiratkaisu.



Kuva 19. Kohteeseen suunniteltu laipallinen väestösuojan läpivienti /10/.

Sähkösuunnittelijan tehtävänä on suunnitella kohteeseen oikean mallinen läpivienti ja osoittaa läpiviennin sijainti tasokuvassa. Läpiviennin suunnittelussa huomioidaan kaapeleiden ulkomitat ja kaapelimäärä.

7 Järjestelmäkaaviot

Erilliset järjestelmät, maadoitukset, ohjauskeskusten väliset kaapeloinnit ja heikkovirta-kaapeloinnit kuvataan sähkösuunnitelmissa järjestelmäkaavioilla. Järjestelmäkaavioissa on tarkoitus kuvata mahdollisimman selkeästi ja yksinkertaisesti järjestelmän rakennetta. Järjestelmäkaavioiden määrä riippuu suunniteltavan kohteen järjestelmien määrästä.

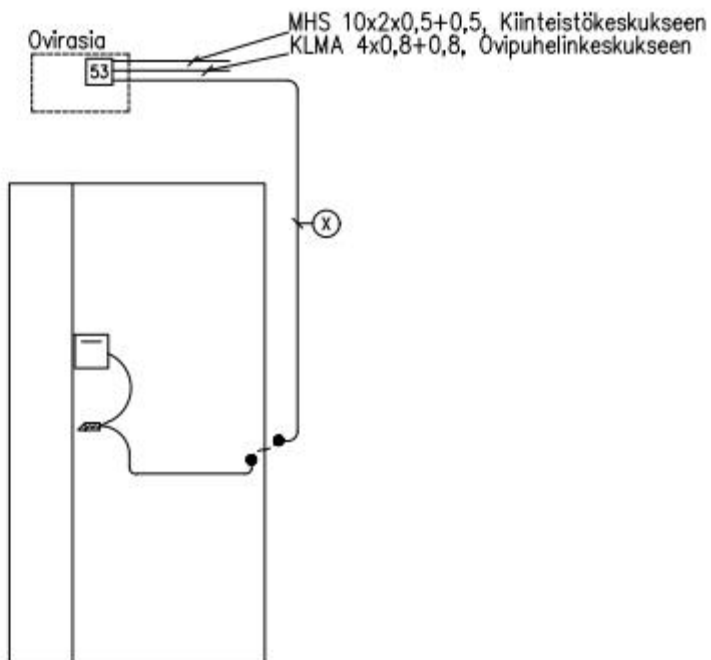
Kohteessa järjestelmäkaavioita suunniteltiin nousujohto-, maadoitus-, yleiskaapelointi-, yhteisantenni-, ovipuhelin-, sähkölukitus-, savunpoisto-, käyttövedenmittaus-, ohjaus- ja hälytysrunkokaavio.

Yleiskaapelointikaaviossa osoitettiin kiinteistö- ja talojakamon sijainti sekä kaapelointi asunnoille ja jakamoiden välillä.

Yhteisantennikaaviossa havainnollistettiin kiinteistön sisäisen antenniverkon rakenne. Yhteisantennikaavioita käytetään apuna kiinteistöverkon signaalin voimakkuuden laske-
misessa.

Kohteen yhteissaunan- ja ulko-ovien kaapelointi ja asennustarvikkeet sähköisen lukituksen toteuttamiseen esitetään sähköisen lukitusjärjestelmän järjestelmäkaaviossa (kuvassa 20).

PERIAATEPIIRUSTUS SÄHKÖLUKITUKSELLA VARUSTETUISTA OVISTA
 PORRASHUONEIDEN ULKO-OVET (6 kpl) JA YHTEISSAUNATILAN OVI (1 kpl)
 OVEN SIJAINNIT TARKISTETTAVA ENNEN KAAPELOINTEJA



Kuva 20. Kohteeseen suunniteltu sähköisen lukitusjärjestelmän järjestelmäkaavio.

Ovipuhelinkaaviossa esitetään kiinteistön asuinhuoneistojen ja ulko-ovilla olevien vastauskojeiden sijainnit ja kaapelointi.

Ovipuhelinkaaviossa esitetään suunnittelijan ehdottamat tarkat mallit ovipuhelinjärjestelmän toteuttamiseen, kuitenkin urakoitsijalla ja tilaajalla on mahdollisuus esittää suunnitellusta järjestelmästä poikkeavia vaihtoehtoisia malleja.

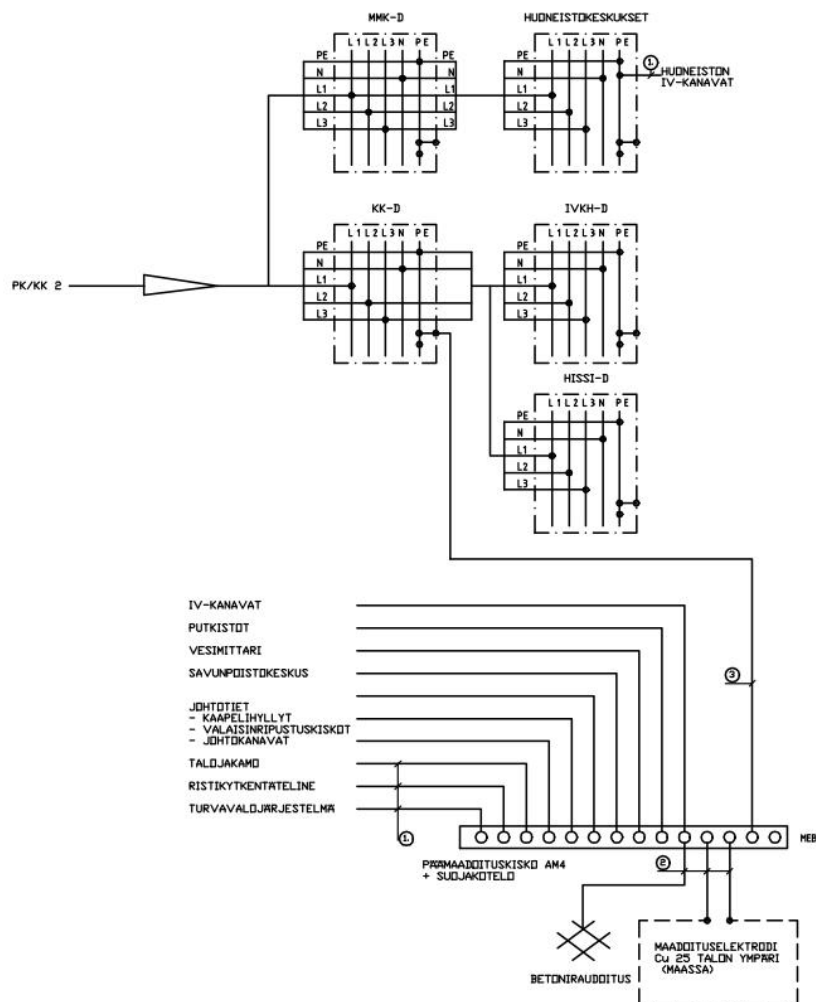
Savunpoistokaaviossa näytettiin savunpoistoluukkujen laukaisujärjestelmä, erilliset kaapelointi- ja asennusohjeet sekä järjestelmään ehdotettu malli savunpoistoluukkujen laukaisukeskukselle.

Käyttövedenmittauksen järjestelmäkaaviossa esitettiin vesimittarit LVI-suunnittelijan laatiman suunnitelman mukaan sekä mittareille johdotettavan kaapelin malli.

Ohjaus- ja hälytysrunkokaaviossa esitettiin ohjauskeskusten kaapeloinnit, ohjattavat kohteet, termostaatit ja lämpötila-anturit.

Nousujohtokaaviossa esitettiin asuinhuoneistojen ja kiinteistön sähkönjakeluun liittyvät keskuskeskukset. Nousujohtokaavioon merkitään kiinteistöön tulevat ja kiinteistön sisäiset sähkönjakeluun liittyvät kaapelityypit, kaapeleiden pituudet, johdonsuojien ja varokkeiden koot. Nousujohtokaavion avulla voidaan laskea keskuskeskusten väliset oikosulkuvirrat ja jännitehäviöt.

Maadoituskaaviossa (kuvassa 21) ilmoitetaan maadoitettavat pisteet ja maadoituksiin käytettävien kaapelointien poikkipinnat.



Kuva 21. Kohteeseen suunniteltu D-rapun maadoituskaavio

8 Antenni- ja määrälaskennat

8.1 Antennilaskelmat

Jokaisen kiinteistöön suunnitellun antennijärjestelmän toimivuus on todettava laskemalla antenniverkon signaalin vaimennus kiinteistön sisäisessä verkossa. Kohteen antennilaskelmiin käytettiin valmista Excel-pohjaista laskentataulukkoa (kuvassa 22).

	Vaimennus	
	47 MHz	1000 MHz
A1	31,9	35,2
A23	30,9	33,9
F22	27,7	33,5
G26	31,6	35,2
G57	33,0	40,0

Kuva 22. Kohteesta lasketut antenniverkon vaimennukset.

Laskennassa otettava huomioon kaapeleiden vaimennukset, jaottimien ja haaroittimien määrä sekä antenniverkon rakenne. Antenni laskelmassa ilmoitetaan suurimman ja pienimmän vaimennuksen kohteena olevat antenni haarojen vaimennukset 47 MHz ja 1000 MHz taajuuksilla. /11, s.4/.

8.2 Määrälaskennat

Määrälaskenta toteutettiin MagiCad-ohjelman oman määrälaskentatyökalun avulla, joka mahdollistaa minkä tahansa sähköpisteiden laskennan tasokuvista. Jotta määrälaskenta voidaan hyödyntää oikein, täytyy projektiin suunniteltavat valaisimet liittää projektin tiedostoon eli MEP:iin. Jos projektia on suunniteltu block-toiminnon avulla määrälaskenta ei voida suorittaa ilman block-tiedostojen purkamista. Block-toiminnolla tarkoitetaan

tasokuvien sähköpisteistä tehtävää erillistä xref-tiedostoa. Jos kohteessa on useita täysin samanlaisia kerroksia, voidaan yhden kerroksen tasokuvaa käyttää xref-muodossa kaikissa kerroksissa. Hyödylliseksi block-toiminon tekee se, että muutokset jotka koskevat esim. kokonaista asuntolinjaa, voidaan toteuttaa kerralla ainoastaan muokkaamalla blockin sisältöä. Työlääksi block-muotoisten kuvien muokkaus tulee, kun toteutusvaiheessa tehdään yksittäisten asuntojen muutoksia tai tehdään määrälaskelmia.

Kohteessa määrälaskenta toteutettiin ainoastaan valaistuksesta, eli määrälaskenta rajattiin laskemaan projektiin suunniteltujen valaisimien määrä. Määrälaskenta ilmoittaa valaisimille projektin alussa määritellyt tiedot.

9 Yhteenveto

Projektin tarkoituksena oli toteuttaa toimiva ja käyttäjäystävällinen kerrostalon sähkösuunnitteluratkaisu, joka hyödyntää tilaajan ohjeidenmukaisia nykyaikaisia sähkötekniisiä asennusratkaisuja. Projekti mahdollisti kokonaisvaltaisen ja laaja-alaisen kiinteistön sähköjärjestelmän suunnittelun, jonka kautta osaaminen sähkösuunnittelijana ja tieto sähkötekniikasta kasvoi valtavasti.

Itselläni tavoitteena oli ja on edelleen kehittyä sähkösuunnittelijana, sekä lisätä tietoa ja taitoja sähköalan ammattihenkilönä. Tämän projektin suunnittelu itsenäisesti antoi paljon eväitä seuraaviin tehtäviin suunnittelijana, sekä muihin sähköalan työtehtäviin.

Uusien määräyksien ja standardissa mainittujen ohjeiden soveltaminen projektissa lisäsi ymmärrystä siitä, että jatkuvasti muutoksessa elävä sähköala vaatii sähköalan ammattihenkilöltä halua edistää omaa oppimista sähkötekniikasta.

Lähteet

- /1./ Yrityksen esittely 2018. Sitowise. Verkkoaineisto <https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys>. Ei päivitystietoja. Luettu 10.1.2018
- /2./ Sähköasennukset 2012 SFS-käsikirja 600-1. Osa 1: SFS 6000 pienjännitesähköasennukset. Helsinki: SFS Ry, Luettu 10.1.2018
- /3./ Monimittarikeskukset, Pok.fi. Verkkoaineisto <http://www.pok.fi/tuote-kortti.php?catid=4>, Verkkotuoteluettelo. Ei päivitystietoa. Luettu 10.1.2018.
- /4./ Kylpyhuoneen sähköasennukset 2015. TUKES, Verkkoaineisto <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/kylpyhuoneen-sahkoasennukset/>, Päivitetty 2.11.2015. Luettu 11.1.2018.
- /5./ ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Espoo: Sähkötieto ry 2015. Päivitetty 2015. Luettu 11.1.2018.
- /6./ ST 51.22 Kytkimien ja pistorasioiden asennus. Espoo: Sähkötieto ry 2013. Päivitetty 2013. Luettu 11.1.2018.
- /7./ STUL ry 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo Oy. Päivitetty 2012. Luettu 12.11.2018.
- /8./ Danfoss Lattialämmitysjärjestelmät, sovellusopas, devi.danfoss.com. Verkkoaineisto. https://devi.danfoss.com/media/2580/fi/devi_am_in-doors_vgluh117_lores.pdf. Päivitetty 2017. Luettu 13.1.2018.
- /9./ devi-sulanapito.fi. Devi tuoteluettelo. Verkkoaineisto. <http://devi-sulanapito.fi/DEVI-tuoteluettelo-2017.pdf>. Päivitetty 2017. Viitattu 11.1.2018.
- /10./ [temet.com](http://www.temet.com). TEMET läpiviennit. Verkkoaineisto. <http://www.temet.com/finland/tuotteet-ja-palvelut/vaestonsuojaluokat-s1/valutoimitus/laepiviennit/>. Päivitetty 2015. Luettu 17.1.2018
- /11./ ST käsikirja 12 Antennijärjestelmät. Tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry 2014. Päivitetty 2014. Luettu 20.1.2018

Liitteet (vain työn tilaajan käyttöön)

- Liite 1. Asiakirjaluettelo
- Liite 2. Valaisinluettelo
- Liite 3. Huipputeho- ja jännitteenalenemalaskelma
- Liite 4. Pääkeskuskaavio 1
- Liite 5. Pääkeskuskaavio 2
- Liite 6. Maadoituskaavio
- Liite 7. Nousujohtokaavio, porras A ja B
- Liite 8. Nousujohtokaavio, porras C ja D
- Liite 9. Kiinteistökeskus 1, pääkaavio
- Liite 10. Kiinteistökeskus 4, pääkaavio
- Liite 11. Monimittarikeskus 1, pääkaavio
- Liite 12. Monimittarikeskus 2, pääkaavio
- Liite 13. Monimittarikeskus 3, pääkaavio
- Liite 14. Monimittarikeskus 4, pääkaavio

Liite 15. Väestösuojan ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 16. IV-konehuoneen 1 ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 17. IV-konehuoneen 2 ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 18. IV-konehuoneen 3 ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 29. IV-konehuoneen 4 ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 20. Asuinhuoneen ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 21. Kerhohuoneen ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 22. Talosaunan ryhmäkeskus, pääkaavio

Liite 23. Asemapiirustus

Liite 24. Vahvavirtatasopiirustus, kellari, porrashuone A

Liite 25. Vahvavirtatasopiirustus, kellari, porrashuone B

Liite 26. Vahvavirtatasopiirustus, 1.kerros, porrashuone A

Liite 27. Vahvavirtatasopiirustus, 1.kerros, porrashuone B

Liite 28. Vahvavirtatasopiirustus, 1.kerros, porrashuone C

Liite 29. Vahvavirtatasopiirustus, 1.kerros, porrashuone D

Liite 30. Vahvavirtatasopiirustus, 3.kerros, porrashuone A

Liite 31. Vahvavirtatasopiirustus, 3.kerros, porrashuone B

Liite 32. Vahvavirtatasopiirustus, 3.kerros, porrashuone C

Liite 33. Vahvavirtatasopiirustus, 3.kerros, porrashuone D

Liite 34. Vahvavirtatasopiirustus, 5.kerros, porrashuone A

Liite 35. Vahvavirtatasopiirustus, 5.kerros, porrashuone B

Liite 36. Vahvavirtatasopiirustus, 5.kerros, porrashuone C

Liite 37. Vahvavirtatasopiirustus, 5.kerros, porrashuone D

Liite 38. Vahvavirtatasopiirustus, Vesikatto, A-Talo

Liite 39. Vahvavirtatasopiirustus, Vesikatto, B-Talo

Liite 40. Vahvavirtatasopiirustus, Vesikatto, C-Talo

Liite 41. Vahvavirtatasopiirustus, Vesikatto, D-Talo

Liite 42. Yleiskaapelointijärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 43. Yhteisantennijärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 44. Ovipuhelinijärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 45. Sähkölukitusjärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 46. Savunpoistojärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 47. Ohjaus- ja hälytysrunkokaavio

Liite 48. Käyttövedenmittaus, järjestelmäkaavio